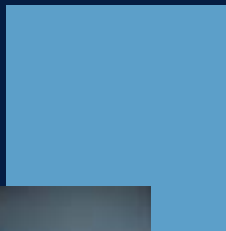
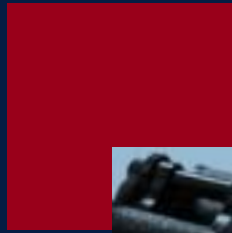


Zentrum für Meeres- und Klimaforschung



Universität Hamburg

Vorwort

Seit ihrer Entstehung vor rund 4,6 Milliarden Jahren befindet sich die Erde im Wandel. In das Wechselspiel der Kräfte der natürlichen Umwelt greift der Mensch zunehmend ein und trägt zum Globalen Umweltwandel bei. Änderungen im Erdsystem müssen erkannt und ihre natürlichen und anthropogenen Ursachen müssen verstanden werden. Dieses Verständnis lässt sich in Modellen abbilden und sichert die Grundlage für Entscheidungen zum Wohle zukünftiger Generationen. Die Komplexität des Erdsystems und die vielfältigen Beziehungen zwischen seinen Komponenten stellen dabei die Wissenschaft vor große Aufgaben. Ihre Lösung erfordert ein hohes Maß an Vernetzung und Forschung über die Grenzen von Einzeldisziplinen hinweg.

Der Wissenschaftsstandort Hamburg stellt sich diesen Aufgaben. Der Zusammenschluss des universitären Zentrums für Meeres- und Klimaforschung (ZMK) der Universität Hamburg mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) zum Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften (ZMAW) stärkt Anspruch und Gewicht der Hamburger Erdsystemforschung. Die Partner entwickeln abgestimmte Forschungsprogramme zur Erdsystemforschung und wirken in der studentischen Ausbildung mit dem Ziel exzellenter Nachwuchsförderung zusammen.

Diese Schrift stellt Forschungsziele und Aufgaben des ZMK in den nächsten 10 Jahren dar. Sie konzentrieren sich auf die Klärung von Prozessen im Meer, in der festen Erde und in der Atmosphäre. Dies beinhaltet globale Aspekte, wie den Klimawandel und die Verteilung von Schadstoffen; regionale Probleme, wie die Überdüngung von Küstengewässern und die Ausbeutung von marinen Ressourcen; und lokale Probleme, wie die Luftverschmutzung in Städten. Hinzu kommen Untersuchungen zu den sozioökonomischen Auswirkungen des Globalen Wandels. Damit sind die Ziele des ZMK komplementär zur Forschungsstrategie des MPI-M.

beobachten
modellieren
vorhersagen



themen

Arbeitsthemen und Forschungsziele der nächsten Dekade

Das Fernziel ist, die Entwicklung des Erdsystems und die Wechselwirkungen seiner Teile unter verschiedenen Vorgaben berechenbar zu machen. Das ZMK erforscht das gekoppelte Erdsystem mit Methoden der Beobachtung, Theoriebildung und der numerischen Modellsimulation und konzentriert sich auf Prozesse in der festen Erde, den Ozeanen, der Atmosphäre und der Biosphäre. Dazu hat das ZMK folgende Arbeitsschwerpunkte festgelegt:

01 Erdsystem-Prozesse: Erkennen und Quantifizieren von Wechselwirkungen zwischen den Teilsystemen Geosphäre, Hydrosphäre, Kryosphäre, Atmosphäre, Biosphäre und Anthroposphäre

02 Erdsystem-Modelle: Weiterentwickeln von gekoppelten Modellen unter Einbeziehung der verschiedenen Teilsysteme des Erdsystems zur Simulation und Vorhersage regionaler Auswirkung globaler Veränderungen

03 Erdsystem-Management: Bereitstellen von Modellen und Methoden als Instrumente der Information, Planung und Gesetzgebung auf globaler, regionaler und lokaler Skala

01

Erdsystem-Prozesse

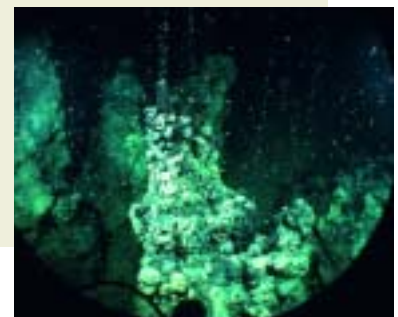
Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Erdsystems

Prozesse studieren. Untersuchungen des Erdsystems und die Wechselwirkung seiner Teilsysteme haben Prozesse auf nahezu allen Zeit- und Raumskalen zum Gegenstand. Dabei sind die für die dynamischen Gleichgewichte im Erdsystem wesentlichen Prozesse zu identifizieren. Sie müssen verstanden und ihr Beitrag zum Gesamtsystem muss quantifiziert werden. Aus Beobachtungsdaten können Theorien zur Dynamik des Systems Erde abgeleitet und mit gezielten Experimenten getestet werden. Diese Theorien finden Eingang in die numerische Simulation und bilden somit Grundlagen für anschließende Vorhersagen. Prozessstudien und Beobachtungen liefern sowohl Anfangsdaten und Randwerte für numerische Simulationen, als auch jenes empirische Wissen, an dem die Qualität der Modelle überprüft werden muss.

ZIELE

- > Klärung von Prozessen, die der Dynamik des Erdsystems und seiner Komponenten im Bereich des Nordatlantischen Ozeans und der Europäischen Schelfmeere zugrunde liegen
- > Weiterentwicklung von Beobachtungstechniken für Feldmessungen sowie bodengebundener und satellitengetragener Fernerkundungsverfahren für den Einsatz bei Prozessstudien und zur Entwicklung von Monitoringstrategien
- > Entwicklung und Einsatz mobiler, bodengebundener Fernerkundungsverfahren für die experimentelle Klima- und Umweltforschung
- > Erzeugung geeigneter Datensätze für die Qualitätskontrolle und Parametrisierungen in numerischen Modellen mit Hilfe von Fernerkundungsverfahren, in-situ Messungen und Windkanalanwendungen
- > Entwicklung von Monitoringstrategien zur in-situ Beobachtung von Naturkatastrophen
- > Kennzeichnung von Quellen und Senken klimarelevanter Spurengase wie CO_2 , CH_4 und halogenierter Kohlenwasserstoffe in Flüssen und im Meer
- > Charakterisierung des Verhaltens anthropogener Schadstoffe in Sedimenten, natürlichen Gewässern und Organismen
- > Gewinnung von Proxydaten und Absicherung ihrer Qualität zur Entschlüsselung und Rekonstruktion vergangener Umweltveränderungen

Methanaustritt in Bakterienriffen im Schwarzen Meer





Beobachtungs-Strategien aufstellen. Aus dem Dialog zwischen beobachtenden Arbeiten und Modellsimulationen ergeben sich Arbeitsansätze für die empirische Forschung am ZMK. Es gilt, relevante Prozesse und Wechselwirkungen im System Erde zu klären, verbesserte Beobachtungstechniken und -strategien zu entwickeln und anzuwenden sowie räumlich und zeitlich angepasste Datensätze für den Antrieb und die Qualitätskontrolle von Modellen zu erzeugen. Im Bereich der Erdsystemforschung sind lange Zeitserien von Beobachtungsdaten von Bedeutung. Diese können wegen der beschränkten Länge instrumenteller Beobachtungen häufig nur aus Stellvertreterdaten, so genannten Proxydaten, abgeleitet werden. Ein Ziel beobachtender Arbeiten ist daher die Herleitung von Transferfunktionen zwischen den Proxydaten und den ihnen zugrunde liegenden Größen.

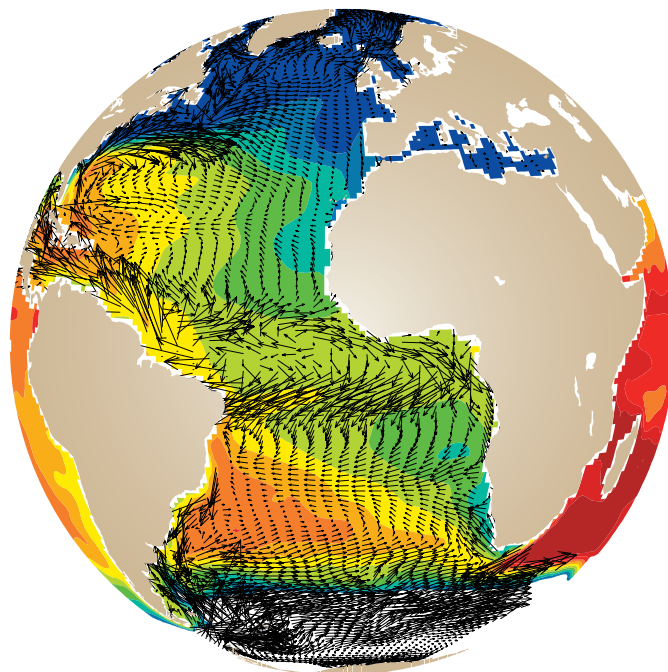
02

Erdsystem-Modelle

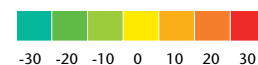
Vorhersage regionaler Effekte globaler Veränderungen

Modelle entwickeln. Modelle stellen ein Werkzeug dar, um Wechselbeziehungen zwischen den physikalischen, chemischen, biologischen, geodynamischen und sozialen Prozessen zu verstehen. Sie dienen gleichermaßen der Überprüfung unseres Verständnisses dieser Prozesse, helfen bei der Klärung von Beziehungen zwischen Einzelteilen im System Erde, und erlauben im Idealfall Prognosen über zukünftige Entwicklungen. Simulationen physikalischer Abläufe in der Atmosphäre und im Ozean haben bereits einen beachtlichen Stand erreicht. Die Modellierung der chemischen, biologischen, geodynamischen und sozialen Prozesse und ihrer Wechselwirkungen steht dagegen eher am Anfang der Möglichkeiten. Die Schwierigkeiten in der Modellentwicklung werden bestimmt von den unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen, dem unvollkommenen Verständnis von Prozessen und Wechselwirkungen, unzureichenden Daten und unterschiedlichen Forschungs- und Modelltraditionen.

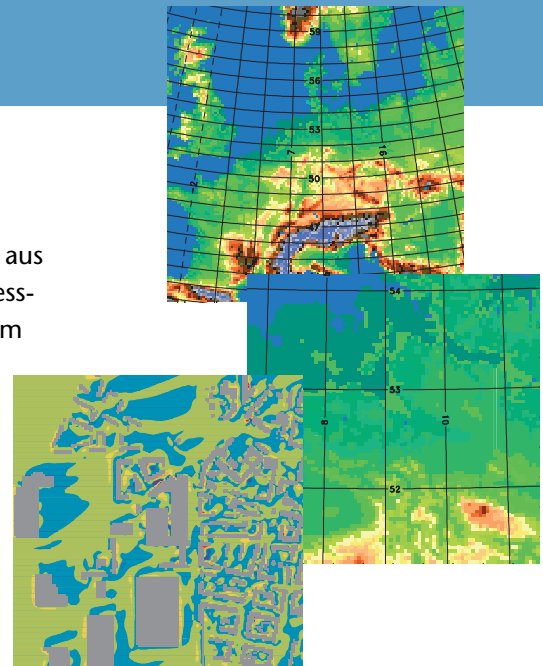
Umweltveränderungen vorhersagen. Die verfügbare Rechnerleistung reicht noch immer nicht aus, alle in der Natur vorkommenden Vorgänge direkt in den Modellen darzustellen. Wesentliche Prozesse können nur in ihrer Wirkung, d.h. parametrisiert, beschrieben werden.



Mit Hilfe von Zirkulationsmodellen werden die Auslenkung der Meeresoberfläche (cm) und die Meeresströmungen global simuliert.



Die Entwicklung brauchbarer Parametrisierungen setzt ein aus Daten und Experimenten gewonnenes, umfassendes Prozessverständnis voraus. Im ZMK ist die Expertise vorhanden, um die vielfältigen Schritte zur Erstellung von Erdsystemmodellen zu leisten. Ihre Anwendung in Szenarien zukünftiger globaler und regionaler Veränderungen soll erlauben, die Auswirkungen des Globalen Wandels beispielsweise auf Europa und seine Regionen abzuschätzen. Auf dieser Basis lassen sich Strategien für das Management einer sich verändernden Umwelt entwickeln.



Für die Berechnung der Luftbelastung in Stadtgebieten werden auch die großräumigen Transporte benötigt. Daher muss mit Modellgebieten unterschiedlicher Größe gerechnet werden.

ZIELE

- > Gekoppelte Modellierung physikalischer, chemischer, biologischer, geodynamischer und sozialer Prozesse für die unterschiedlichen Skalen in Raum und Zeit, einschließlich der Entwicklung und Bereitstellung skalenabhängiger Parametrisierungen
- > Aufnahme von Beobachtungsdaten in Modelle (Datenassimilation) zur Erstellung konsistenter Parameterfelder und zur Verbesserung von Vorhersagen mit gekoppelten Modellen
- > Einbringung neuer numerischer Verfahren in die Modelle
- > Erweiterung der Vorhersagefähigkeit von gekoppelten Ozean-Atmosphäre Modellen für die Klimaentwicklung
- > Saisonale Prognosen von Temperaturanomalien in Europa
- > Entwicklung und Anwendung gekoppelter Modelle von Schelfmeer-Ökosystemen einschließlich der Populationsdynamik von Organismen
- > Entwicklung gekoppelter Umwelt-Ökonomie-Modelle, insbesondere zu den Themen Klima, Landnutzung, Wasserressourcen und marine Ressourcen



Aufbau eines Doppler-Radarsystems am Vulkan Merapi, Indonesien, zur Beobachtung vulkanischer Aktivität. Das Gerät wurde als Regenradar im Meteorologischen Institut der Universität Hamburg entwickelt und für geophysikalisch/vulkanologische Fragestellungen umgebaut.

Informationssysteme aufbauen.

Erdsystemforschung ist nicht allein durch wissenschaftliche Neugierde getrieben, sondern dient konkret der Erhaltung und Verbesserung der Lebensbedingungen. Hier werden insbesondere die Auswirkungen von Einflüssen des Menschen auf seine Umwelt untersucht und mit Hilfe von Beobachtungsdaten und einer Hierarchie von Modellen bewertet. Wissenschaftler des ZMK untersuchen globale Klimaveränderungen ebenso wie die regionalen und lokalen Effekte der Umweltverschmutzung oder die Folgen der Nutzung natürlicher mariner Ressourcen. Weiterhin werden Frühwarnsysteme für natürliche Katastrophen entwickelt. Einige dieser Phänomene sind von langfristiger Natur, andere sind nur von kurzer Dauer. Dies erfordert eine den betrachteten Skalen angepasste Modellkette. Ein spezifisches Problem lässt sich hiermit in größerem oder kleinerem Kontext untersuchen und darstellen.

Umweltmanagement. Die Forschung am ZMK ist für gesellschaftspolitische Planungen und Entscheidungen unmittelbar relevant und dient der Entwicklung eines nachhaltigen Umweltmanagements. Das ZMK sucht aktiv den Dialog mit der Öffentlichkeit und den Entscheidungsträgern in Politik und Gesellschaft, um eine wissenschaftlich fundierte Abwägung der Folgen alternativer Strategien in die Diskussion einzubringen.

Wissenschaftler des ZMK engagieren sich in internationalen und nationalen Gremien, wie etwa dem International Council for the Exploration of the Sea (ICES), dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), dem Weltklimaforschungsprogramm (WCRP), dem International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), dem Wissenschaftlichen Beirat „Globale Umweltveränderungen“ der Bundesregierung (WBGU), der VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“ oder der DFG-Senatskommission für Ozeanographie. Eine enge Hamburger Zusammenarbeit besteht mit der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi), dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, dem Deutschen Wetterdienst und dem GKSS Forschungszentrum in Geesthacht.



Pletschok, BFAFi



H. G. Oed

Schwarzer Heilbutt im Netzsteert eines deutschen Fischereifahrzeugs vor Ostgrönland.

Auch alternative Energiegewinnung beeinflusst die Umwelt. Wellenklima und bodennahe Schichten in Ozean und Atmosphäre werden verändert und können Lebewesen stören.



Blick in den Grenzschichtwindkanal. Zu sehen ist das Modell der Innenstadt von Oklahoma City. Dort wurde im Juli 2003 unter Beteiligung des ZMK das weltweit bisher größte Ausbreitungsexperiment in einem Stadtgebiet durchgeführt.

Forschung – ein dynamischer Prozess.

Themen, die zunächst nur von einzelnen Wissenschaftlern oder kleinen Forschergruppen aufgegriffen werden, können sich zu den tragenden Säulen zukünftiger Forschungsprogramme entwickeln. Ein Forschungszentrum ist somit gut beraten, sich nicht allein auf seine großen, interdisziplinären Forschungsgebiete zu konzentrieren, sondern offen zu bleiben für neue Ideen und auch diese mit Nachdruck zu fördern.

Das ZMK hat sich an diese Regel stets gehalten. So ist beispielsweise im Meteorologischen Institut eine Arbeitsgruppe entstanden, die auf dem Grenzgebiet zwischen Meteorologie und Ingenieurwissenschaften arbeitet. Sie betreibt inzwischen eines der weltweit renommiertesten Windkanallaboratorien und führt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf zentralen Gebieten der atmosphärischen Umweltforschung durch.

Das Institut für Geophysik ist Teil des internationalen Forschungsnetzwerkes Wave Inversion Technology (WIT), welches zur Zeit von 13 nationalen und internationalen Unternehmen der Kohlenwasserstoffindustrie gefördert wird. Durch die Forschung in diesem Konsortium leistet die Geophysik einen wichtigen Beitrag zur besseren Ausnutzung vorhandener Ressourcen und somit zur mittelfristigen Energiesicherung.

ZIELE

- > Entwicklung und Anwendung eines Vorhersagemodells mittlerer Komplexität und bekannter Genauigkeit für das Ökosystem Nordsee
- > Analyse der Reaktion der Europäischen Schelfmeere auf Änderungen in der Nutzung mariner Ressourcen (Naturschutzgebiete, Windkraftanlagen, Fischerei) sowie auf Klimaänderungen
- > Analyse und Vorhersage der Reaktion mariner Lebensgemeinschaften auf den Globalen Wandel
- > Weiterentwicklung und Anwendung von Modellen für die Bewertung des Klimawandels und der Emissionsreduktionen zur Unterstützung nationaler und internationaler Klima- und Energiepolitik.
- > Untersuchung und Modellierung von Naturgefahren und ihren Folgen, wie z.B. die Entstehung und Entwicklung von Zyklonen; Entwicklung von Frühwarnsystemen für Vulkanausbrüche und Erdbeben
- > Entwicklung und Anwendung von Modellen zur Ozonbildung, zum Eintrag atmosphärischer Stickstoffverbindungen in Böden und Gewässer, zur Luftbelastung in Städten sowie zu Pollenkonzentrationen
- > Entwicklung und Anwendung eines hindernisauflösenden Strömungs- und Transportmodells für Anwendungen bei Luftqualitätsproblemen in Industrie- und Stadtlandschaften



Probennahme eines Schwammes an einem Kaltwasserkorallenriff vor Norwegen. Forschung zu Naturstoffen aus marinen Organismen gehört zum Spektrum des ZMK.

aufgaben

vernetzen
weitergeben



Neben der Realisierung eigener Forschungsvorhaben dient das ZMK übergreifenden Interessen der Forschung und Lehre.

Die internationale Forschungsgemeinde profitiert von der gemeinsamen Nutzung teurer Infrastruktur. Synergieeffekte und effiziente Ressourcenplanung werden so ermöglicht. Bei der Nachwuchsförderung stärkt der integrale Ansatz des ZMK die zeitgemäße interdisziplinäre Ausbildung.

01 Vernetzung: Das ZMK leistet mit der Betreuung von Forschungsschiffen und Hochleistungsrechnern einen bedeutenden Beitrag zur Infrastruktur der nationalen und europäischen Meeres-, Klima- und Umweltforschung.

02 Transfer: Die am ZMK beteiligten Institute bieten Studiengänge in mehreren geowissenschaftlichen Disziplinen an und sind darüber hinaus in europäische Ausbildungsprogramme eingebunden. Wissenstransfer beinhaltet auch die Aufklärung von Politik und Öffentlichkeit.

01

Vernetzung Infrastruktur und Forschungsumfeld

Deutsches Klimarechenzentrum

Die Prognose der zukünftigen Entwicklung des Erdklimas ist eine wichtige Herausforderung der Klimaforschung. Als zentrale Service-Einrichtung für die deutsche Klimaforschung wurde 1988 das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) gegründet. Gesellschafter der DKRZ GmbH sind die Stadt Hamburg, vertreten durch die Universität Hamburg, die Max-Planck-Gesellschaft, das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung sowie das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH.

Bereitstellung von Großforschungsgeräten.

Die Institute der deutschen Meeres-, Klima- und Umweltforschung verfügen über Forschungsschiffe und -flugzeuge, Großgeräte und Höchstleistungsrechner, die ihnen weltweites Arbeiten an vorderster Front der Forschung ermöglichen. Der Betrieb dieser Plattformen wird weitgehend durch die relevanten Institute in den norddeutschen Küstenländern geleistet. Am Standort Hamburg werden derzeit das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) und das Forschungsschiff 'Meteor' betreut. Gemeinsame Einrichtungen des ZMK sind die Bibliothek, die zentralen Werkstätten sowie die Informationstechnologie-Gruppe.

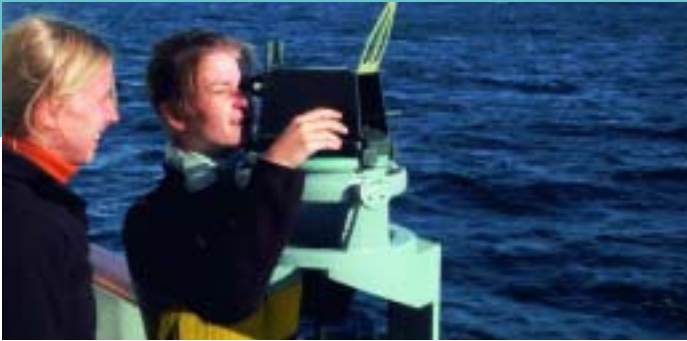




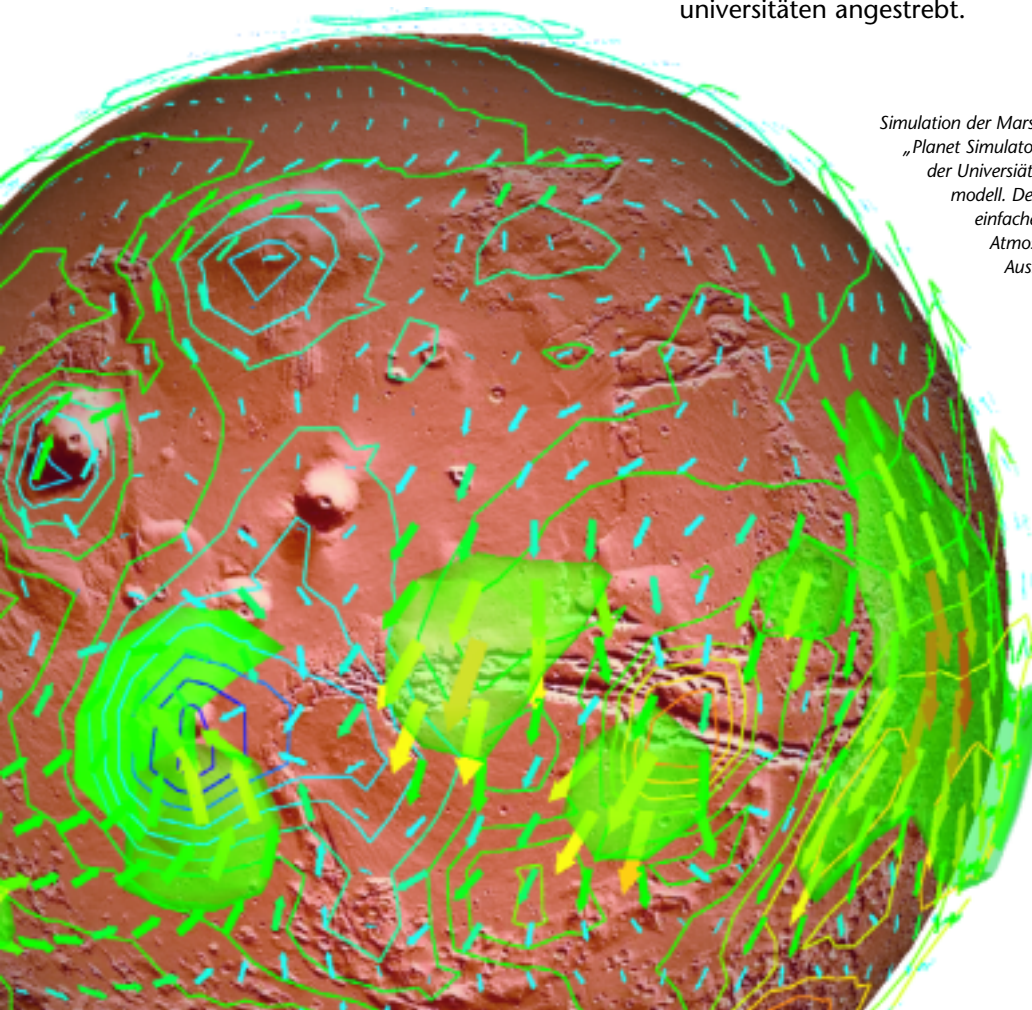
Leitstelle Forschungsschiffe

Das Flaggschiff der deutschen Meeresforschung „Meteor“ ist weltweit rund um das Jahr im Einsatz. Es entspricht den Anforderungen einer modernen Hochseeforschung. Zum Betrieb dieses Schiffes wurde 1986 die „Leitstelle Meteor“ im ZMK eingerichtet. Sie betreut deutsche und ausländische Wissenschaftler bei der Vorbereitung und Durchführung von Forschungs Expeditionen.

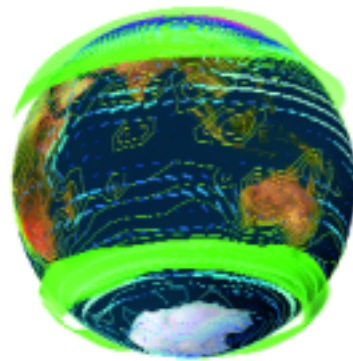
Das neue eisrandfähige Forschungsschiff „Maria S. Merian“ wird nach dem Modell „Meteor“ von einer erweiterten Leitstelle ebenfalls am ZMK betrieben werden. Eine weitere Aufgabe ergibt sich aus dem angestrebten Zusammenschluss der Meeresforschungs-Institute in Kiel, Warnemünde, Hamburg und Bremerhaven zur Betreiber-gemeinschaft für die Forschungsschiffe Alkor, Poseidon, Heincke und Merian. Die Geschäftsstelle dieser Betreibergemeinschaft wird in der ZMK-Leitstelle geführt.



Lehre und Ausbildung in der Meeres-, Klima und Umweltforschung. Mit seinen Professoren, Dozenten und Wissenschaftlern nimmt das ZMK die Lehraufgaben an der Universität Hamburg wahr. Die Lehre wird ab 2005 in die neu eingerichtete Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften (MIN) eingebunden. Weitere integrierte Studiengänge sowie Graduiertenkollegs werden in Kooperation mit den Nachbaruniversitäten angestrebt.



Simulation der Mars- und der Erd-Atmosphäre mit dem „Planet Simulator“, einem im Meteorologischen Institut der Universität Hamburg entwickelten Zirkulationsmodell. Der Planetensimulator wird durch das einfachere „Portables Universitäts-Modell der Atmosphäre (PUMA)“ ergänzt, das auch in der Ausbildung eingesetzt wird.



Mitglieder des ZMK beteiligen sich an den International Max-Planck Research Schools „Maritime Affairs“ und „Earth System Modelling“, am Graduiertenkolleg „Erhaltungsprinzipien in der Modellierung und Simulation mariner, atmosphärischer und technischer Systeme“, sowie am „International Center for Graduate Studies (ICGS)“ der Universität Hamburg.

Forschendes Lernen. In den Drittmittelprojekten des ZMK erhalten die Studierenden die Möglichkeit, an der aktuellen Forschung teilzunehmen. Hier üben sie praktische Tätigkeiten im Rahmen ihres Studienplans ein und erleben die Bedeutung interdisziplinärer Arbeit. Sie erhalten Zugriff auf die Großrechner des Deutschen Klimarechenzentrums und auf modernste Labors, reisen auf Forschungsschiffen mit oder bedienen Messgeräte in Forschungsflugzeugen. Das ZMK wird die Verbindung von Forschung und Lehre auch künftig pflegen. Sie sichert die internationale Konkurrenzfähigkeit unserer Studierenden und bietet die beste Grundlage für ihre künftige Berufstätigkeit.

02

Transfer Öffentlichkeitsarbeit



Öffentlichkeitsarbeit. Die Wissenschaftler des ZMK sind sich der gesellschaftlichen Relevanz ihrer Arbeit bewusst und stellen sich ihrer Verantwortung gegenüber den politischen Entscheidungsträgern. Gleichzeitig informiert das ZMK die Öffentlichkeit über die Forschungsarbeiten, z.B. durch Vorträge und Beiträge in Zeitungen und Zeitschriften. Dabei spielt auch der Wunsch mit, die Faszination der Erdsystemforschung weiter zu vermitteln und so um den Nachwuchs zu werben.

Publikation zur Nordseeforschung



Profil

Im Jahr 1989 wurde das ZMK aus 5 Instituten gebildet, die von den tragenden Fachbereichen eingebracht werden. Gegenwärtig gehören ihm an:

- > Forschungsstelle „Nachhaltige Umweltentwicklung“ (FNU)
- > Institut für Biogeochemie und Meereschemie (IfBM)
- > Institut für Geophysik (IfG)
- > Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft (IHF)
- > Institut für Meereskunde (IfM)
- > Meteorologisches Institut (MI)

Das ZMK fühlt sich verpflichtet, als ein „Centre of Excellence“ an prominenter Stelle sowohl bei der Programmplanung als auch bei der Durchführung vielfältiger Forschungsaufgaben in der Erdsystemforschung aktiv zu sein. Beispiele sind die Nordseeforschung, Auswirkungen von Klimaänderungen auf Nordwesteuropa, die Schadstoffforschung und die Ökosystemmodellierung. Dabei arbeitet das ZMK im Rahmen des Technologietransfers auch mit Behörden und der Wirtschaft zusammen.

Die langjährige Zusammenarbeit zwischen marinen und atmosphärischen Wissenschaften erreicht jetzt eine neue Dimension durch den formellen Zusammenschluss des Zentrums für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie zum Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften. Die vertiefte Kooperation der beteiligten Partner wird die Entwicklung des ZMAW zu einem Kompetenzzentrum von internationalem Rang in Forschung und Ausbildung weiter vorantreiben.

Kontakt

Zentrum für Meeres- und Klimaforschung
Bundesstraße 53
20146 Hamburg

Telefon: +49-40-42838-4525

Telefax: +49-40-42838-5235

<http://www.uni-hamburg.de/fachbereiche-einrichtungen/zmk/index.html>